

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

(подпись) Юнаков Л. П.
ФИО
«___» _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ НАНОСТРУКТУРНОЕ МОДИФИЦИРОВАНИЕ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Направление/специальность подготовки	24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика
Специализация/профиль/программа подготовки	Композитные конструкции в ракетно-космической технике
Уровень высшего образования	Бакалавриат
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космической техники
Выпускающая кафедра	А2 ТЕХНОЛОГИИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И ПРОИЗВОДСТВА РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ
Кафедра-разработчик рабочей программы	А2 ТЕХНОЛОГИИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И ПРОИЗВОДСТВА РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
4	8	3	108	65	39	0	26	43	0	0	43	диф. зач.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)**

24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика

год набора группы: 2024

Программу составил:

Кафедра А2 ТЕХНОЛОГИИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И _____
ПРОИЗВОДСТВА РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ
Андрюшкин Александр Юрьевич, к.т.н., доцент, заведующий кафедрой

Программа рассмотрена
на заседании кафедры-разработчика
рабочей программы **А2 ТЕХНОЛОГИИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И
ПРОИЗВОДСТВА РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ**

Заведующий кафедрой Андрюшкин А.Ю., к.т.н., доц. _____

Программа рассмотрена
на заседании выпускающей кафедры

**А2 ТЕХНОЛОГИИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И ПРОИЗВОДСТВА РАКЕТНО-
КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ**

Заведующий кафедрой Андрюшкин А.Ю., к.т.н., доц. _____

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

НАНОСТРУКТУРНОЕ МОДИФИЦИРОВАНИЕ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Разделы рабочей программы

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Приложения к рабочей программе дисциплины

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПСК-4.1 — способность разрабатывать, осваивать и внедрять технологические процессы и материалы для производства композитных конструкций, моделировать технологические процессы производства ракетно-космической техники

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ПСК-4.1

знания:

методик и рациональных приемов создания наномодифицированных материалов и их применения в изделиях ракетно-космической техники;;

умения:

разрабатывать и оформлять техническую документацию на технологические операции наномодифицирования композиционных материалов;;

навыки:

применять наномодифицированные материалы в производстве изделий ракетно-космической техники;.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **НАНОСТРУКТУРНОЕ МОДИФИЦИРОВАНИЕ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **УСТРОЙСТВО И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ, МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ, ФИЗИКА, ИНЖЕНЕРНАЯ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА, КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ С МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ МАТРИЦЕЙ, ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ КОНТРОЛЬ И ДЕФЕКТОСКОПИЯ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ КМ, СВАРКА И РОДСТВЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ, ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА, ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА, НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ, ТЕХНОЛОГИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОКРЫТИЙ, СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ, ТЕРМОДИНАМИКА, ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПРАКТИКА, ОЗНАКОМИТЕЛЬНАЯ ПРАКТИКА, ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА, ТЕХНОЛОГИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, СОЕДИНЕНИЕ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, ВВЕДЕНИЕ В СПЕЦИАЛЬНОСТЬ, МЕХАНИЧЕСКАЯ И ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, КОНСТРУКЦИИ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ИЗДЕЛИЙ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, МЕТРОЛОГИЯ И ОСНОВЫ ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТИ, СИСТЕМЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА, ОСНОВЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ, ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ, УСТРОЙСТВО И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ, ХИМИЯ ПОЛИМЕРНЫХ СВЯЗУЮЩИХ, РАКЕТНАЯ ТЕХНИКА, АВТОМАТИЗАЦИЯ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ РАСЧЕТОВ, ПРОИЗВОДСТВО ИЗДЕЛИЙ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ.**

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности
- ОПК-2 — Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности
- ОПК-3 — Способен участвовать в разработке технической документации, связанной с профессиональной деятельностью с использованием стандартов, норм и правил
- ОПК-5 — Способен использовать современные подходы и методы решения профессиональных задач в области авиационной и ракетно-космической техники, включая управление проектами создания новых образцов техники и утилизации устаревших
- ОПК-6 — Способен анализировать, систематизировать и обобщать информацию о современном состоянии и перспективах развития ракетно-космической техники
- ОПК-7 — Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения
- ПСК-4.1 — Способен разрабатывать, осваивать и внедрять технологические процессы и материалы для производства композитных конструкций, моделировать технологические процессы производства ракетно-космической техники
- ПСК-4.2 — Способен разрабатывать и реализовывать концепции технологической подготовки и сопровождения производства композитных конструкций ракетно-космической техники
- ПСК-4.3 — Способен разрабатывать, осваивать и внедрять технологические процессы сборки и испытаний композитных конструкций ракетно-космической техники
- ПСК-4.4 — Способен обеспечивать функционирование производства ракетно-космической техники в соответствии с действующей конструкторской, технологической и нормативной документацией, техническое руководство производством ракетно-космической техники
- ПСК-4.5 — Способен применять современные научные и общетехнические подходы и знания в области проектирования, конструирования и функционирования ракетно-космической техники
- УК-6 — Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ПСК-4.1
4	8	Раздел 1. Наноматериалы и структуры на их основе. 1. Терминология и классификация наноматериалов 2. Основные типы структур наноматериалов.	16	11	9	2	5	10
4	8	Раздел 2. Порошковые наноматериалы. 1. Порошковые металлические и керамические наноматериалы 1.1. Анализ рынка порошковых наноматериалов 1.2. Методы получения металлических и керамических нанопорошков 2. Порошковые углеродные наноматериалы 2.1. Нульмерные углеродные наноструктуры (фуллерены) 2.2. Одномерные углеродные наноструктуры 2.3. Двумерные углеродные структуры (графены) 2.4. Методы получения углеродных нанопорошков.	35	20	10	10	15	35
4	8	Раздел 3. Объемные наномодифицированные материалы. 1. Получение наномодифицированных металлов и сплавов 2. Нанокompозиты 2.1. Классификация нанокompозитов 2.2. Диспергирование наночастиц.	17	9	5	4	8	20
4	8	Раздел 4. Технологические методы получения нанокompозитов. 1. Методы порошковой металлургии для формирования нанокompозитов (твердофазные методы) 2. Жидкофазные методы получения нанокompозитов 2.1. Металлургические методы получения 2.2. Технологические методы получения нанокompозитов на основе расплавов, растворов и компаундов полимеров с введенными в них нанодисперсными добавками 1.3. Газофазные способы получения нанокompозитов 1.4. Нанокompозиты с металлической матрицей 1.5. Нанокompозиты с полимерной матрицей 1.6. Нанокompозиты с керамической матрицей 1.7. Нанокompозиты с углеродной матрицей.	40	25	15	10	15	35
Всего за 8 семестр			108	65	39	26	43	100
Всего по дисциплине			108	65	39	26	43	100

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Наноматериалы и структуры на их основе.	Свойства наноматериалов 1. Общие сведения о наноразмерных структурах 2. Механические свойства 3. Термодинамические свойства 4. Электрические свойства 5. Магнитные свойства	2
2	Раздел 2. Порошковые наноматериалы.	Структуры наноматериалов 1. Пористые наноматериалы 2. Аморфные наноматериалы 3. Фуллерены, фуллериты, нанотрубки	3
3		Методы получения наноматериалов 1. Порошковая металлургия получения наноматериалов 2. Получение аморфных материалов 3. Методы с использованием интенсивной пластической деформации	3
4		Тонкопленочные технологии модификации поверхности 1. Методы физического осаждения из паровой фазы (PDV) 2. Методы химического осаждения из паровой фазы (CDV) 3. Методы получения фуллеренов и нанотрубок	4
5	Раздел 3. Объемные наномодифицированные материалы.	Пучки заряженных частиц низких и средних энергий в нанотехнологиях 1. Особенности прохождения ускоренных заряженных частиц в веществе 2. Зондовые системы формирования пучков заряженных частиц 3. Взаимодействие ускоренных заряженных частиц с резистивными материалами	4
6	Раздел 4. Технологические методы получения нанокompозитов.	Методы исследования наноматериалов 1. Методы структурного и химического анализа нанообъектов 2. Механические испытания твердых тел на нанотвердость	2
7		Формирование нанокристаллических покрытий и пленок 1. Роль энергии в формировании наноструктурных пленок 2. Влияние ионной бомбардировки на формирование покрытий 3. Процесс смешивания 4. Нанокompозитные покрытия	4
8		Свойства нанокристаллических покрытий 1.	4

	Нанокристаллические покрытия с высокой твердостью 2. Механические свойства нанокристаллических покрытий 3. Влияние температуры на свойства нанокристаллических покрытий	
Всего за 8 семестр		26

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Наноматериалы и структуры на их основе.	1. Подготовка к лекции 2. Подготовка к практической работе 3. Выполнение расчетов, схем, графиков, рисунков, диаграмм 4. Оформление отчета по практической работе	5
2	Раздел 2. Порошковые наноматериалы.	1. Подготовка к лекции 2. Подготовка к практической работе 3. Выполнение расчетов, схем, графиков, рисунков, диаграмм 4. Оформление отчета по практической работе	15
3	Раздел 3. Объемные наномодифицированные материалы.	1. Подготовка к лекции 2. Подготовка к практической работе 3. Выполнение расчетов, схем, графиков, рисунков, диаграмм 4. Оформление отчета по практической работе	8
4	Раздел 4. Технологические методы получения нанокompозитов.	1. Подготовка к лекции 2. Подготовка к практической работе 3. Выполнение расчетов, схем, графиков, рисунков, диаграмм 4. Оформление отчета по практической работе	15
Всего за 8 семестр			43

4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
8	Отч. по ПЗ	Отч. по ПЗ	Отч. по ПЗ	Отч. по ПЗ	ДР	Отч. по ПЗ	Отч. по ПЗ	Отч. по ПЗ	Отч. по ПЗ	Отч. по ПЗ	Отч. по ПЗ	Отч. по ПЗ	диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- Отч. по ПЗ – отчет по практическому заданию;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- отчет по практическому заданию.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. . Нанотехнологии в машиностроении. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015, эл. рес.
2. В. И. Кулик, А. С. Нилов, Е. Е. Складнова. . Наномодифицированные конструкционные материалы. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020, 45 экз.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

5.3. Периодические издания:

1. Вопросы оборонной техники. Серия 16;
2. Деформация и разрушение материалов;
3. Известия Российской академии ракетных и артиллерийских наук;
4. Лакокрасочные материалы и их применение (Электронная версия. Рассылка на e-mail);
5. Проблемы машиностроения и автоматизации.

5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <http://e.lanbook.com> — ЭБС Лань;
2. <http://library.voenmeh.ru/jirbis2> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
3. <https://urait.ru> — Образовательная платформа «Юрайт». Для вузов и ссузов..

Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;
- <http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457 - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

5.5. Программное обеспечение:

1. Mathcad Education - University Edition Term;
2. Mathcad Prime 3.1;
3. Matlab 2015a SP1;
4. Adobe Reader;
5. PTC Mathcad Prime 5.0;
6. SolidWorks 2015 R5;
7. КОМПАС-3D V17;
8. Microsoft Office;
9. DjVuReader.

5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Лекционные занятия:

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

6.2. Практические занятия:

1. Образцы изделий из композиционных материалов;
2. Проектор;
3. Mathcad Education - University Edition Term;
4. Mathcad Prime 3.1;
5. Matlab 2015a SP1;
6. Adobe Reader;
7. PTC Mathcad Prime 5.0;
8. SolidWorks 2015 R5;
9. КОМПАС-3D V17;
10. Microsoft Office;
11. DjVuReader.

6.3. Прочее:

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

Аннотация рабочей программы

Дисциплина **НАНОСТРУКТУРНОЕ МОДИФИЦИРОВАНИЕ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика*. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космической техники БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой А2 ТЕХНОЛОГИИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И ПРОИЗВОДСТВА РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:
ПСК-4.1 способность разрабатывать, осваивать и внедрять технологические процессы и материалы для производства композитных конструкций, моделировать технологические процессы производства ракетно-космической техники.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с созданием наномодифицированных материалов и их применением в производстве изделий ракетно-космической техники.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- отчет по практическому заданию.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **3 з.е., 108 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**39 ч.**), практические занятия (**26 ч.**), самостоятельная работа студента (**43 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 65 ч. аудиторных занятий, и 43 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
Раздел 1. Наноматериалы и структуры на их основе.		
1. Подготовка к лекции 2. Подготовка к практической работе 3. Выполнение расчетов, схем, графиков, рисунков, диаграмм 4. Оформление отчета по практической работе	. Нанотехнологии в машиностроении: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (1,2) В. И. Кулик, А. С. Нилов, Е. Е. Складнова. . Наномодифицированные конструкционные материалы: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (1,2)	5
Итого по разделу 1		5
Раздел 2. Порошковые наноматериалы.		
1. Подготовка к лекции 2. Подготовка к практической работе 3. Выполнение расчетов, схем, графиков, рисунков, диаграмм 4. Оформление отчета по практической работе	. Нанотехнологии в машиностроении: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (3) В. И. Кулик, А. С. Нилов, Е. Е. Складнова. . Наномодифицированные конструкционные материалы: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (3)	15
Итого по разделу 2		15
Раздел 3. Объемные наномодифицированные материалы.		
1. Подготовка к лекции 2. Подготовка к практической работе 3. Выполнение расчетов, схем, графиков, рисунков, диаграмм 4. Оформление отчета по практической работе	. Нанотехнологии в машиностроении: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (4) В. И. Кулик, А. С. Нилов, Е. Е. Складнова. . Наномодифицированные конструкционные материалы: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (4)	8
Итого по разделу 3		8
Раздел 4. Технологические методы получения нанокompозитов.		
1. Подготовка к лекции 2. Подготовка к практической работе 3. Выполнение расчетов, схем, графиков, рисунков, диаграмм 4. Оформление отчета по практической работе	В. И. Кулик, А. С. Нилов, Е. Е. Складнова. . Наномодифицированные конструкционные материалы: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (5) . Нанотехнологии в машиностроении: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (5)	15
Итого по разделу 4		15

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- отчет по практическому заданию;
- дифференцированный зачет.

Критерии оценивания

Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

Отчет по практическому заданию

Отчет по практической работе представляется в печатном или в электронном (по корпоративной почте) формате, предусмотренном шаблоном отчета по практической работе. Защита отчета проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя. Вопросы по практическому заданию входят в состав УМК дисциплины. В случае если отчет оформлен в соответствии с предъявляемыми требованиями и студент отвечает на поставленные вопросы, преподаватель принимает практическую работу.

Отчет не может быть принят и подлежит доработке в случае:

- отсутствия необходимых разделов,
- отсутствия необходимого графического материала,
- некорректной информации

Дифференцированный зачет

Допуск дифференцированному зачету при условии сдачи всех практических работ.

Дифференцированный зачет проходит в форме ответов на 3 вопроса при собеседовании с преподавателем. Вопросы к дифференцированному зачету входят в состав УМК дисциплины.

Критерии оценивания:

- оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он правильно ответил на три вопроса.
- оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он правильно ответил на два вопроса. билета и правильно ответил хотя бы на один вопрос по содержанию курса.
- оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он правильно ответил только на один вопрос.
- во всех других случаях обучающемуся выставляется оценка «не зачтено».

Паспорт фонда оценочных средств

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %	НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ПСК-4.1	
4	8	Раздел 1. Наноматериалы и структуры на их основе.	16	11	9	2	5	10	Отчет по практическому заданию
4	8	Раздел 2. Порошковые наноматериалы.	35	20	10	10	15	35	Отчет по практическому заданию
4	8	Раздел 3. Объемные наномодифицированные материалы.	17	9	5	4	8	20	Отчет по практическому заданию
4	8	Раздел 4. Технологические методы получения нанокомпозитов.	40	25	15	10	15	35	Отчет по практическому заданию
Всего за 8 семестр			108	65	39	26	43	100	
Всего по дисциплине			108	65	39	26	43	100	

Критерии оценивания

ПСК-4.1

Вопросы открытого типа:

- № 1 Как называется совокупность методов и приемов, обеспечивающих возможность контролируемым образом создавать и модифицировать объекты, включающие компоненты с размерами менее 100 нм, имеющие принципиально новые качества и позволяющие осуществлять их интеграцию в полноценно функционирующие системы большего масштаба?
- № 2 Как называются материалы, содержащие структурные элементы, геометрические размеры которых хотя бы в одном измерении не превышают 100 нм, и обладающие качественно новыми свойствами, функциональными и эксплуатационными характеристиками
- № 3 Как называется структура, в которой матричный материал заполняет пустоты армирующего "скелета"?
- № 4 Как называется метод механического ударно-волнового воздействия с давлением до нескольких десятков гигапаскалей на смесь исходных реагентов, представляющий собой быстро протекающий процесс, который создает динамические условия для синтеза конечного продукта и его диспергирования до порошка с нанометро-вым размером частиц.
- № 5 Для керамических композиционных материалов (ККМ) и углерод-углеродных композиционных материалов (УУКМ) преимущественно применяют ... обработку

В ОТВЕТ ЗАПИШИТЕ ПРОПУЩЕННОЕ СЛОВО В ФОРМЕ СУЩЕСТВИТЕЛЬНОГО Я В ВИНИТЕЛЬНОМ ПАДЕЖЕ

- № 6 Как называется синтез, осуществляемый с использованием низкотемпературной (азотная, аммиачная, углеводородная, аргонная) плазмы дугового или тлеющего разрядов (обычного, высокочастотного или сверхвысокочастотного разрядов)
- № 7 Как называется структура, в которой чередуются матричные и армирующие слои?
- № 8 Как называется метод измельчения порошка на частицы за счет столкновения друг с другом?
- № 9 Как называются молекулярные соединения, принадлежащие классу аллотропных форм углерода и представляющие собой выпуклые замкнутые многогранники, толщиной в один атом, составленные из четного числа трёхкоординированных атомов углерода?
- № 10 **Как называется метод** получения нанопорошков оксидов металлов заключается в растворении солей, быстром замораживании растворов, сублимации растворителя и термическом разложении остатка?

Вопросы закрытого типа:

- № 1 Какие материалы относятся к композиционным материалам?

ВЫБЕРИТЕ НЕСКОЛЬКО ВАРИАНТОВ ОТВЕТА

Стеклопластик

Чугун

Бронза

Резина

Стекло

Углепластик

Металлокерамика

- № 2 Какие металлы не рекомендуют использовать в соединениях при контакте с углеродными волокнами?

ВЫБЕРИТЕ НЕСКОЛЬКО ВАРИАНТОВ ОТВЕТА

алюминий

- магний
- нержавеющая сталь
- никель
- титан
- № 3 Углеалюминий представляет собой ...
- ВЫБЕРИТЕ ОДИН ВАРИАНТ ОТВЕТА*
- дисперсные частицы алюминия в углеродной матрице
- алюминиевую проволоку в углеродной матрице
- дисперсные углеродные частицы в алюминиевой матрице
- № 4 углеродные волокна в алюминиевой матрице
- По назначению наполнители КМ могут быть ...
- ВЫБЕРИТЕ НЕСКОЛЬКО ВАРИАНТОВ ОТВЕТА*
- армирующими
- нейтральными
- разделяющими
- упрочняющими
- № 5 усиливающими
- Наиболее часто применяемыми наполнителями для композиционных материалов являются ...
- ВЫБЕРИТЕ ОДИН ВАРИАНТ ОТВЕТА*
- дисперсные частицы
- длинные волокна
- короткие волокна, «усы»
- № 6 листы (слои)
- Какие из нижеперечисленных характеристик являются основными характеристиками стеклянных волокон
- ВЫБЕРИТЕ НЕСКОЛЬКО ВАРИАНТОВ ОТВЕТА*
- высокий модуль упругости
- высокая однородность свойств
- высокая прочность
- удобство обработки
- № 7 устойчивость к химическому воздействию
- Микроэмульсионный метод** или **метод реверсирования мицеллы** включает в себя следующие стадии:
- 1) приготовление эмульсии из двух несмешивающихся жидкостей – водного раствора и масла,
 - 2) осаждения гидроксида металла в пределах капель водной фазы путем добавления органического осадителя,

- 3) разделение компонентов, сушку продукта осаждения
- 4) нормализация продукта
- № 8 Золь-гель метод получения нанопорошков состоит из четырех этапов (расположите в правильной последовательности):
- 1) приготовления золя;
- 2) отжига для получения кристаллического порошка
- 3) получения порошковых полуфабрикатов;
- 4) высушивания золя в гель;
- № 9 Какие волокна применяются для армирования термостойких и жаропрочных КМ, работающих при температурах 1400...1600°C
- ВЫБЕРИТЕ ОДИН ВАРИАНТ ОТВЕТА*
- волокна из бора
- волокна из карбида кремния
- волокна из оксида алюминия
- стальная проволока
- № 10 Керамические композиционные материалы могут иметь следующий состав:
- ВЫБЕРИТЕ НЕСКОЛЬКО ВАРИАНТОВ ОТВЕТА*
- матрица – керамическая, наполнитель – волокнистый металлический
- матрица – керамическая, наполнитель – волокнистый неметаллический
- матрица – металлическая, наполнитель – волокнистый керамический
- матрица – металлическая, наполнитель – дисперсный керамический